

L'ELEVATA CONSIDERAZIONE DEL MADE IN ITALY NEL MONDO È IN GRAN PARTE DOVUTA ALLE GRANDI FIRME DEL FASHION DESIGN CHE GESTISCONO E CERTIFICANO L'INTERO CICLO DELLE LAVORAZIONI PER I LORO PRODOTTI: DALLA SCELTA DELLE MATERIE PRIME, ALL'ASSEMBLAGGIO DEL PRODOTTO FINITO.

L'incidenza del settore moda sul bilancio globale dell'industria manifatturiera italiana è estremamente rilevante dato che tale contributo risulta secondo solo a quello metalmeccanico e metallurgico. Le aziende operanti in questo settore si devono confrontare con un mercato globalizzato che introduce interpreti meno attrezzati tecnicamente ma molto competitivi a livello di costi di produzione come Cina, India o Brasile. È proprio in questa fase che una capillare gestione del flusso produttivo risulta vincente e determinante per mantenere la posizione di leadership del settore raggiunta nel corso degli anni. L'adozione di un modello di scheduling opportuno

permetterebbe di ottimizzare la gestione degli ordini di lavoro riducendo i costi e i tempi di realizzazione. A oggi le industrie pelletterie che operano come fornitori di materie prime e prodotti finiti per l'alta moda sono spesso costituite da piccoli gruppi di lavoro autonomi in grado di eseguire quasi tutte le fasi di lavorazione. Di conseguenza si configura un panorama produttivo molto modulare e flessibile, nel quale è possibile spostare operatori da una fase a un'altra della lavorazione senza sostanziali modifiche al piano di produzione.

Il processo produttivo

Per questo genere di aziende è possibile definire una ristretta gamma di fasi primarie (macrofasi) che inglobano praticamente ogni possibile operazione elementare eseguibile nell'ambito della pelletteria fine (in genere borse e portafogli). A ogni macrofase si può associare tutta una serie di operazioni elementari specifiche per ogni azienda, dette microfasi. Un insieme comune di microfasi adottate da gran parte delle aziende pelletterie è indicato in figura 1. Non tutte le microfasi dovranno essere effettuate per ogni prodotto, ma sicuramente almeno una per ogni macrofase lo sarà. Una volta scelto il set di microfasi si dovrà definire il tempo occorrente per eseguire ciascuna di esse e in base a questi tempi si dovrà gestire la pianificazione produttiva. Sia per la prima realizzazione che per la pianificazione produttiva vera e propria è necessario definire il concetto di tempo unitario, elemento temporale necessario al completamento di una microfase, una macrofase o addirittura un intero ciclo produttivo se ci fosse un solo operatore disponibile.

Job n°	Release time [min]	Deadline [min]	Process time stage 1 [min]	Process time stage 2 [min]	Process time stage 3 [min]	Process time stage 4 [min]	Process time stage 5 [min]	Process time stage 6 [min]
1	0	360	11,7	40,5	11,7	40,5	11,7	40,5
2	0	360	11,7	17,5	11,7	17,5	11,7	17,5
3	0	1440	11,5	2	11,5	2	11,5	2
4	0	1440	1,5	5,8	1,5	5,8	1,5	5,8
5	60	420	13,5	22,8	13,5	22,8	13,5	22,8
6	60	420	15	32,3	15	32,3	15	32,3
7	150	1440	12,5	23,3	12,5	23,3	12,5	23,3
8	180	1440	30	8	30	8	30	8
9	210	1440	4,9	11,5	4,9	11,5	4,9	11,5
10	330	690	23,8	43,6	23,8	43,6	23,8	43,6

Tab. 1 - Esempio di dati di input per una specifica simulazione.

Modellazione di un ciclo produttivo nel settore moda

FASHION DESIGN

#	Macrofase	#	Microfase
1	Taglio	1.1	Taglio manuale
		1.2	Taglio a fustella
		1.3	Taglio automatico
2	Preparazione	2.1	Preparazione primaria
		2.2	Preparazione secondaria
		2.3	Preparazione del tagliato
3	Colore	3.1	Colore
4	Banco	4.1	Banco
		4.2	Montaggio accessori
5	Macchina	5.1	Macchina
		5.2	Cucitura a mano
6	Finitura	6.1	Finitura
		6.2	Inscatolatura

Fig. 1 - Set di microfasi più comuni.

Caratteristiche del processo

L'ufficio di produzione dovrà gestire praticamente allo stesso modo sia il reparto interno che i vari reparti di produzione dei fornitori considerati come dei reparti esterni, cioè semplicemente dislocati altrove. A livello di strategia industriale, si predilige realizzare in proprio tutti quegli articoli contraddistinti da almeno una delle seguenti caratteristiche: articoli caratterizzati da bassi volumi di produzione; articoli caratterizzati da alti prezzi di vendita; articoli caratterizzati da basse frequenze di richiesta. Si capisce bene che queste strategie di scelta degli articoli da produrre internamente risultano quasi ovvie. In pratica si cerca di mettere i fornitori esterni nella condizione di produrre merci in grandi volumi, con bassa varietà e basso rischio di prodotto. In pratica si possono identificare tre corrispondenti regole per le tre strategie elencate precedentemente. Queste regole permettono agli ingegneri di produzione di coordinare al meglio la supply chain: il fornitore preferirà produrre grandi volumi per minimizzare le variazioni di settaggio dei macchinari e il tempo speso per coordinare gli operatori; il fornitore preferirà produrre beni le cui materie prime non siano troppo rischiose da maneggiare per l'alto valore economico; il fornitore preferirà produrre sempre gli stessi articoli per meglio specializzarsi minimizzando di conseguenza i costi. Lo scheduling si occupa di problemi decisionali nei quali l'attore principale è sicuramente il fattore tempo. Mai come in questo ambito esso riveste un'importanza così elevata, inteso come una risorsa eternamente carente che deve essere allocata nella maniera

migliore possibile. Nel nostro caso faremo riferimento al tempo necessario per l'esecuzione di determinate attività o operazioni dette job. Chiaramente questo, come ogni altro problema di scheduling, appartiene alla famiglia dei Constraint Optimisation Problem (COP). Tale classe di problemi consiste nel determinare l'allocazione sequenziale dei job agli operatori con il fine ultimo di ottimizzare una funzione obiettivo nel rispetto dei vincoli imposti. La gestione del processo produttivo di una tipica azienda di moda o anche dei numerosi fornitori, pone l'accento non sulla singola operazione da compiere o job, ma sul flusso di operazioni che dovranno essere gestite dall'inizio alla fine del ciclo di lavorazione: si parla in tal caso di flow shop. Il nostro ambito di lavoro presenta inoltre anche una certa flessibilità sostanzialmente rappresentata da due caratteristiche: Flessibilità di operatore; Flessibilità di livello. La prima permette di spostare operatori da un'isola di lavoro, dove si effettuano tutte quelle microfasi, o operazioni, facenti capo a una specifica macrofase, a un'altra, modificando di conseguenza il monte ore; la flessibilità di livello permette invece di classificare le varie microfasi appartenenti a una specifica macrofase secondo un ordine di esecuzione anche paritario e che quindi permetta l'ulteriore grado di libertà dato dalla possibilità di eseguire indifferentemente prima una e poi l'altra o viceversa, su percentuali diverse di articoli del lotto in produzione.

Il modello di pianificazione (scheduling)

Alla luce dell'architettura flow shop adottata per descrivere tale strategia di scheduling e delle caratteristiche di flessibilità descritte, possiamo modellizzare il flusso produttivo come un Flexible Open Job-Shop Scheduling Problem (FOJSSP) con lavoratori operanti in parallelo su sottosequenze di operazioni (microfasi) stabilite a priori

e associate esattamente a una singola macrofase. Per quanto ci riguarda, i lotti da produrre saranno i nostri job da processare e terminare entro una imposta deadline. Il ciclo di lavorazione risulterà unidirezionale per ogni job e ciascuno potrà essere processato da uno qualsiasi degli operatori appartenenti a uno stadio. Per rappresentare la situazione possibile evolvente all'interno dell'impianto si utilizza la teoria dei grafi (un esempio di grafo in tre stadi in figura 2). A partire da alcune ipotesi preliminari, dedotte dalla fase di analisi delle specifiche, si è potuto isolare una serie di variabili in grado di caratterizzare l'architettura di scheduling in esame. Grazie a queste variabili si è potuto definire un modello composto da una serie di equazioni rappresentative di tutti i vincoli a cui è sottoposto il nostro problema. Per questo genere di problemi, gli obiettivi possono essere minimizzare il makespan, definito come il tempo che passa da quando il primo job comincia la lavorazione a quando l'ultimo job completa la lavorazione, o il total tardiness, definito come il ritardo totale complessivo dei job ognuno rispetto alla propria deadline.

Il criterio di ordinamento delle sequenze di lavorazione

Dopo aver modellato il sistema, possiamo passare a proporre un metodo di risoluzione del problema al fine di ottenere una schedulazione. Tale problema è stato affrontato attraverso un algoritmo euristico basato sulla regola dell'Earliest Due Date (EDD), seguendo la quale si effettua un ordinamento tra i job che devono essere schedulati, privilegiando quelli che presentano una scadenza più ravvicinata temporalmente. La regola EDD trova una naturale corrispondenza con l'algoritmo dell' Earliest Deadline First (EDF) utilizzato in molti sistemi informatici per la schedulazione dei processi. Supporremo che esista la convenzione secondo la quale il valore della variabile livello sia

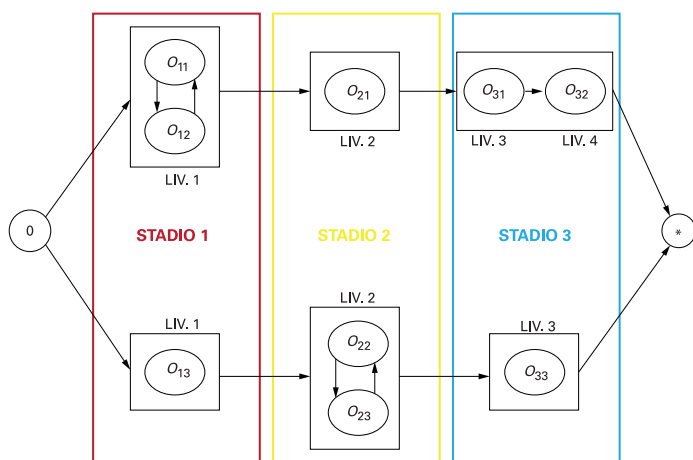


Fig. 2 - Esempio di grafo a 3 stadi.

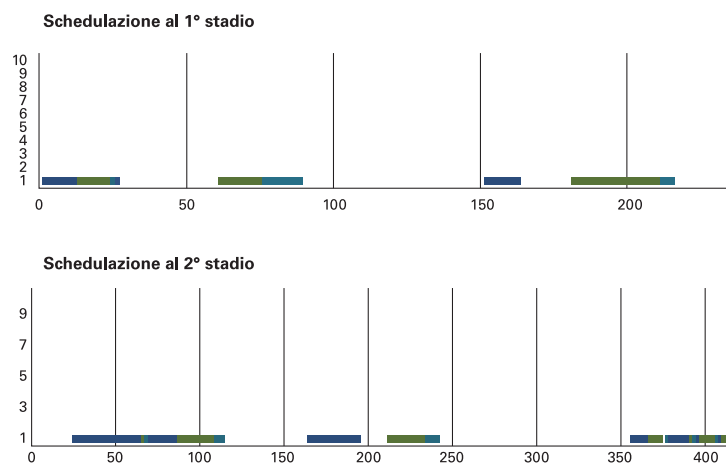


Fig. 3 - Esempio di schedulazione ai primi due stadi.

assegnato in maniera crescente dalle operazioni associate alla prima macrofase fino all'ultima macrofase. In pratica, il livello di un'operazione classificata come "taglio" non sarà mai superiore di quello di un'operazione classificata come "finitura".

Descrizione dell'algoritmo matematico e risultati sperimentali

Passiamo adesso a descrivere in maniera semplificata i principali passi dell'algoritmo proposto:

1° passo (Ordinamento della lista dei job arrivati, o pronti per essere schedulati, in base alla priorità. La priorità verrà determinata in base a una ben precisa regola euristica.

2° passo (Estrazione dalla lista ordinata, ottenuta al passo precedente e specifica per l'attuale stadio, del job a priorità maggiore. Se consideriamo la lista ordinata per priorità decrescente, avremo sempre in testa il job a priorità maggiore rispetto agli altri. Con tale strategia potremo garantire una migliore efficienza di esecuzione.

3° passo (Assegnamento della prima operazione ancora da eseguire del job designato, al primo operatore disponibile dello stadio attuale.

4° passo (Determinazione del tempo di completamento e del valore parziale del tempo di completamento totale. Siamo arrivati al completamento della specifica operazione e dobbiamo quindi scegliere quale sarà quella che prenderà il suo posto.

5° passo (Confronto tra il livello dell'operazione appena terminata e il livello dell'operazione successiva dello stesso job. Grazie a questo confronto sarà possibile

capire nella lista di quale stadio collocare il job a cui faceva riferimento l'operazione appena conclusa.

6° passo (Scelta della lista di job opportuna nella quale inserire l'ultimo job appena eseguito. La collocazione potrà essere nella lista di job dello stadio attuale o nella lista di job dello stadio successivo.

7° passo (Passaggio alla lista dei job dello stadio successivo se quella dello stadio attuale è vuota. Ritorno al 1° passo se non ci troviamo all'ultimo stadio altrimenti l'algoritmo è concluso. Ovviamente una volta che il job sarà uscito anche dal sesto e ultimo stadio, tale job si considererà concluso e quindi potrà essere tolto dal sistema. Il tempo di completamento risulterà automaticamente calcolato.

Passando ai risultati sperimentali, a partire da una serie di dati di benchmark corrispondenti a un certo numero di job, ovvero lotti di articoli andati in produzione, si è potuto effettuare una serie di simulazioni mediante un software che implementasse l'algoritmo proposto. Gli input al simulatore sono stati una serie di dati del tipo di Tabella 1.

Prove sperimentali

I dati rappresentati sono stati generali in modo verosimile per ragioni di segreto industriale, visto il valore strategico che rivestono i singoli tempi di processamento per ogni articolo indicizzati per macrofase. Insieme ai tempi di processo per ogni macrofase risulta ovviamente necessario imporre anche il numero di operatori al lavoro su ciascuno dei 6 stadi. Per validare il modello ci siamo serviti dell'ausilio di alcune macro realizzate in ambiente Visual

Basic for Applications (VBA). L'obiettivo della validazione del modello è stato quello di rappresentare l'evoluzione del sistema, caratterizzato da tutti i vincoli e gli attributi che sono risultati dalle analisi svolte, mediante la più comune forma grafica di rappresentazione dei processi in evoluzione in un sistema e sottoposti a schedulazione, il diagramma di Gantt; In figura 3 è possibile visualizzare la schedulazione ai primi 2 stadi dell'impianto (si è preferito non graficare tutti i 6 gli stadi solo per esigenze di impaginazione). Sull'asse x è ovviamente espresso il tempo, mentre sull'asse y sono indicati gli operatori al lavoro su ciascuno degli stadi presenti. Per semplicità si è fatto riferimento a un solo operatore per macrofase, senza per questo perdere in generalità. Il simulatore è in grado di ottenere i diagrammi di Gantt relativi anche in caso di maggiore e diverso numero di operatori all'opera su ogni stadio.

Conclusione

Analizzando il modello matematico e l'algoritmo implementativo derivante è risultato evidente come la descrizione della realtà fatta fosse coerente e performante per questa specifica problematica. Dal punto di vista quantitativo si sono svolte tutta una serie di simulazioni che hanno evidenziato un'evoluzione di schedulazione realistica e coerente. Il progetto è stato svolto dall'ing. Sauro Soldani come tirocinio aziendale per la tesi di laurea specialistica in Ingegneria dell'Automazione della Scuola di Ingegneria dell'Università di Pisa presso l'azienda EasySystem di Fabio Rossi (FI), in collaborazione con un'azienda leader a livello internazionale del settore moda.